

**KERAGAMAN SPESIES LALAT BUAH (DIPTERA:TEPHRITIDAE)  
PADA PERTANAMAN MANGGA ALPOKAT (*Mangifera indica*)  
SECARA MORFOLOGI DAN MOLEKULER DI PASURUAN**

**TESIS**

Unituk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Guna Mencapai Gelar Magister

**PROGRAM STUDI MAGISTER AGROTEKNOLOGI**



Diajukan Oleh :

MIRA EKA NURSANDI WIDYASTUTIE  
NPM. 19063020015

**FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"  
JAWA TIMUR  
SURABAYA  
2023**

## PERNYATAAN ORISINALITAS TESIS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang – engetahuan saya, di dalam naskah TESIS ini tidak terapat karya ilmiah yang pernah diajukan orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain dan disebutkan dalam sumber kutipan dan pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah TESIS ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia TESIS ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (MAGISTER) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Surabaya, 24 Juli 2023

**Mahasiswa**



MIRA EKA NURSANDI WIDYASTUTIE  
NPM. 19063020015

LEMBAR PENGESAHAN

TESIS

KERAGAMAN SPESIES LALAT BUAH (DIPTERA:TEPHRITIDAE) PADA  
PERTANAMAN MANGGA ALPOKAT (*Mangifera indica*) SECARA  
MORFOLOGI DAN MOLEKULER DI PASURUAN

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :

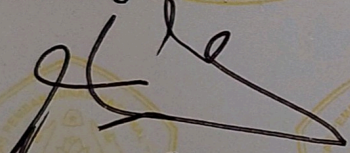
MIRA EKA NURSANDI WIDYASTUTIE

NPM. 19063020015

Telah dipertahankan di depan Penguji  
Pada tanggal 24 Juli 2023 dan dinyatakan telah  
Memenuhi syarat untuk diterima

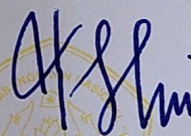
SUSUNAN DEWAN PENGUJI

Pembimbing Utama



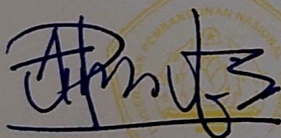
DR. Ir. Wiwin Windriyanti, MP  
NIP. 19620816 199003 2002

Anggota Dewan penguji



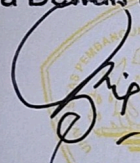
DR. Ir. Penta Suryaminarsih, MP  
NIP. 19600526 198703 2001

Pembimbing Pendamping 1



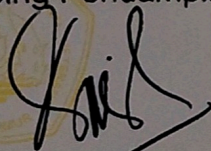
DR. Ir. Arika Purnawati, MP  
NIP. 19650422 199003 2001

Anggota Dewan Penguji



DR. Ir. Pangesti Nugrahani, MSi  
NIP. 19610320 199210 2 001

Pembimbing Pendamping 2

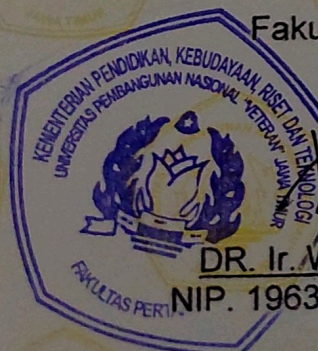


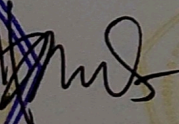
Wiwik Endarsih, S.Si, M.Sc  
NIP. 19790923 200312 2 002

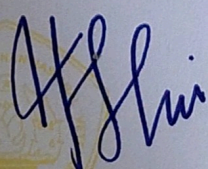
Dekan  
Fakultas Pertanian

Mengetahui

Ketua Program Studi  
Magister Agroteknologi



  
DR. Ir. Wanti Mindari, MP  
NIP. 19631208 199003 2 001

  
DR. Ir. Penta Suryaminarsih, MP  
NIP. 19600526 198703 2001

## ABSTRAK

### KERAGAMAN SPESIES LALAT BUAH (DIPTERA:TEPHRITIDAE) PADA PERTANAMAN MANGGA ALPOKAT (*Mangifera indica*) SECARA MORFOLOGI DAN MOLEKULER DI PASURUAN

**Latar belakang** : Lalat buah sebagai hama penting buah dan sayur dengan tingkat kerusakan mencapai 100%. Buah mangga sebagai salah satu komoditas unggulan ekspor dari Pasuruan terhambat adanya serangan lalat buah menyebabkan penolakan oleh negara tujuan ekspor. Untuk mendukung ekspor buah mangga maka perlu diketahui keanekaragaman spesies lalat buah yang menyerang pertanaman mangga di Pasuruan.

**Metode penelitian** : Melakukan deteksi dan identifikasi secara morfologi dan molekuler lalat buah. Identifikasi secara morfologi dengan menggunakan kunci identifikasi Drew&Hancock, 2013 sedangkan identifikasi secara molekuler dengan barcoding DNA menggunakan gen CO1 (*cytochrome oxidase I*). Identifikasi morfologi sulit dan banyak kemiripan karakteristik kurang khas sehingga perlu pengujian lanjutan untuk mengkonfirmasi keakuratan hasil identifikasi morfologi. Analisis PCR (*Polymerase Chain Reaction*) menggunakan primer

LCO 1490: 5'-GGTCAACAAATCATAAAGATAATTGG-3' sebagai forward dan

HCO 2198: 5'-TAAACTTCAGGGTGACCAAAAATCA-3' sebagai reverse.

**Hasil penelitian** : Diperoleh hasil identifikasi secara morfologi pada atraktan metil eugenol (ME) yaitu *Bactrocera papaya*, *Bactrocera carambolae* dan *Bactrocera dorsalis*. Sedangkan pada atraktan cue lure (CL) yaitu *Bactrocera cucurbitae*, *Bactrocera albistrigata* dan *Bactrocera caudata*. Hasil analisis keragaman menunjukkan tingkat keragaman lalat buah di pertanaman mangga di Pasuruan adalah sedang dengan nilai H' 1,871 (*Bactrocera papayae*), 1,759 (*Bactrocera carambolae*), 1,378 (*Bactrocera dorsalis*), 1,889 (*Bactrocera cucurbitae*), 1,868 (*Bactrocera albistrigata*), dan 1,573 (*Bactrocera caudate*). Berdasarkan pohon filogeni diketahui bahwa *Bactrocera papayae*, *Bactrocera carambolae*, dan *Bactrocera dorsalis* dan *Bactrocera albistrigata* memiliki hubungan kekerabatan yang dekat dan termasuk dalam sub genus *Bactrocera*. *Bactrocera papayae* dan *Bactrocera dorsalis* memiliki hubungan kekerabatan lebih dekat dalam satu klate dengan bootstrap 72. Sedangkan *Bactrocera papaya*, *Bactrocera dorsalis* berada pada klate dengan bootstrap 78 dengan *Bactrocera carambolae*. Sedangkan *Bactrocera cucurbitae* dan *Bactrocera caudate* memiliki hubungan kekerabatan dekat dan berada pada klate yang sama dengan bootstrap 72 termasuk dalam subgenus *Zeugodacus*.

**Kesimpulan** : Tingkat keanekaragaman (H') imago lalat buah di pertanaman mangga di Pasuruan adalah sedang dan *Bactrocera papaya*, *Bactrocera carambolae*, *Bactrocera dorsalis* dan *Bactrocera albistrigata* memiliki kekerabatan dekat dalam sub genus *Bactrocera* sedangkan *Bactrocera cucurbitae* dan *Bactrocera caudata* memiliki kekerabatan dekat dalam subgenus *Zeugodacus*.

Kata kunci : *Bactrocera spp*, morfologi, molekuler

## ABSTRACT

### SPECIES DIVERSITY OF FRUIT FLY (DIPTERA:TEPHRITIDAE) IN MORPHOLOGICAL AND MOLECULAR AVOCADO MANGO (*Mangifera indica*) PLANTATIONS IN PASURUAN

**Background:** Fruit flies are important pests of fruit and vegetables with damage levels reaching 100%. Mango fruit as one of the leading export commodities from Pasuruan is hampered by fruit fly attacks causing rejection by export destination countries. To support mango exports, it is necessary to know the diversity of fruit fly species that attack mango plantations in Pasuruan.

**Research method:** Carry out morphological and molecular detection and identification of fruit flies. Morphological identification uses the identification key Drew & Hancock, 2013, while molecular identification uses DNA barcoding using the CO1 (*cytochrome oxidase I*) gene. Morphological identification is difficult and many similar characteristics are less typical so further testing is needed to confirm the accuracy of the morphological identification results. PCR (*Polymerase Chain Reaction*) analysis using primers LCO 1490: 5'-GGTCAACAAATCATAAAGATAATTGG-3' as forward and HCO 2198: 5'-TAAACTTCAGGGTGACCAAAAATCA-3' as reverse.

**Research results:** Morphological identification results were obtained for the methyl eugenol (ME) attractant, namely *Bactrocera papaya*, *Bactrocera carambolae* and *Bactrocera dorsalis*. Meanwhile, the cue lure (CL) attractants are *Bactrocera cucurbitae*, *Bactrocera albistrigata* and *Bactrocera caudata*. The results of diversity analysis show that the level of diversity of fruit flies in mango gardens in Pasuruan is moderate with H' values of 1.871 (*Bactrocera papayae*), 1.759 (*Bactrocera carambolae*), 1.378 (*Bactrocera dorsalis*), 1.889 (*Bactrocera cucurbitae*), 1.868 (*Bactrocera albistrigata*), and 1,573 (*Bactrocera caudate*). Based on the phylogeny tree, it is known that *Bactrocera papaya*, *Bactrocera carambolae*, and *Bactrocera dorsalis* and *Bactrocera albistrigata* are closely related and belong to the subgenus *Bactrocera*. *Bactrocera papaya* and *Bactrocera dorsalis* have a closer relationship in one clade with bootstrap 72. Meanwhile, *Bactrocera papaya*, *Bactrocera dorsalis* are in the clade with bootstrap 78 with *Bactrocera carambolae*. Meanwhile, *Bactrocera cucurbitae* and *Bactrocera caudate* are closely related and are in the same clade as bootstrap 72, included in the subgenus *Zeugodacus*.

**Conclusion:** The level of diversity (H') of fruit fly imago in mango plantations in Pasuruan is medium and *Bactrocera papaya*, *Bactrocera carambolae*, *Bactrocera dorsalis* and *Bactrocera albistrigata* are closely related in the subgenus *Bactrocera* while *Bactrocera cucurbitae* and *Bactrocera caudata* are closely related in the subgenus *Zeugodacus*.

**Key words:** *Bactrocera spp*, morphology, molecular

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nyalah penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian yang berjudul “Keragaman Spesies Lalat Buah (Diptera:tephritidae) pada Pertanaman Mangga Alpokat (*Mangifera indica*) secara Morfologi dan Molekuler di Pasuruan” tepat pada waktunya.

Tesis ini sebagai hasil penelitian terhadap keragaman lalat buah pada pertanaman mangga di Pasuruan yang akan diuji secara morfologi dan molekuler. Penelitian ini dilakukan untuk memperoleh gelar Magister Pertanian di Fakultas Pertanian UPN Veteran Jawa Timur.

Pada kesempatan ini, penulis hendak menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan moril dan materiil sehingga tesis ini dapat selesai. Ucapan terima kasih ini penulis tujukan kepada :

1. Ibu Dr. Ir. Wiwin Windriyanti, MP selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah sabar membimbing, mengarahkan dan memberi petunjuk kepada penulis selama penyusunan tesis ini;
2. Ibu Dr. Ir. Arika Purnawati, MP selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah sabar membimbing, mengarahkan, memberi petunjuk dan mengoreksi naskah tesis ini;
3. Ibu Wiwik Endarsih, S.Si., M.Sc selaku Dosen Pembimbing Lapang dari Balai Besar Karantina Pertanian Surabaya yang telah membimbing dan mengajari penulis mengidentifikasi secara molekuler;
4. Ibu, Bapak, adik-adik ku serta teman-teman ku yang telah memberikan doa, dukungan dan semangat selama penyusunan tesis ini;

Akhir kata, penulis berharap semoga tesis ini berguna bagi para pembaca dan pihak-pihak lain yang berkepentingan.

Surabaya, Juli 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

<i>Keterangan</i>	<i>Halaman</i>
<b>HALAMAN SAMPUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN ORISINALITAS TESIS .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>v</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xii</b>
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
<b>II. TELAAH PUSTAKA</b>	
2.1 Penelitian Pendahuluan.....	7
2.2 Landasan Teori .....	10
2.2.1 Lalat Buah ( <i>Bactrocera spp</i> ) .....	10
1. Taksonomi.....	10
2. Siklus Hidup.....	10
3. Morfologi .....	12
4. Ekologi .....	17
5. Musuh Alami .....	20
6. Gejala Serangan .....	21
7. Tanaman Inang (Host) .....	23
8. Faktor yang Mempengaruhi Perkembangan .....	24
9. Persebaran/Distribusi .....	24
10. Atraktan Lalat Buah .....	25

2.2.2	Identifikasi Spesies Secara Molekuler .....	26
1.	DNA Mitokondria untuk Identifikasi Spesies .....	27
2.	Gen Sitokrom Oksidase Subunit I .....	29
3.	Polymerase Chain Reaction (PCR) .....	30
4.	Template DNA .....	32
5.	Primer (Oligonukleotida) .....	33
6.	dNTPs (Deoxynucleotide triphosphates) .....	33
7.	Buffer PCR dan MgCl .....	33
8.	DNA Polymerase (Taq Polymerase) .....	34
9.	Metode Sekuensing .....	34
10.	Metode Maxam and Gilbert .....	34
11.	Metode Sanger .....	35
12.	Filogenetika Molekuler.....	36
2.3	Kerangka Penelitian dan Hipotesis .....	40
2.3.1	Kerangka Penelitian .....	40
2.3.2	Hipotesis .....	43
<b>III. METODE PENELITIAN</b>		
3.1	Jenis dan Desain Penelitian .....	44
3.2	Lokasi dan Waktu Penelitian .....	44
3.3	Populasi dan Sampel Penelitian .....	45
3.3.1	Bahan .....	45
3.3.2	Alat .....	45
3.3.3	Populasi Penelitian .....	46
3.3.4	Sampel Penelitian .....	46
3.4	Metode Analisis Data .....	46
3.5	Metode dan Penarikan Sampel.....	47
3.5.1	Pembuatan dan Penempatan Perangkat ( <i>Trapping</i> ) .....	48
3.6	Definisi Operasional Variabel .....	50
3.6.1	Pengumpulan Hasil Perangkap .....	50
3.6.2	Penanganan Spesimen Lalat Buah .....	50
3.6.3	Identifikasi .....	50
3.6.3.1	Secara Morfologi .....	50



3.6.3.2 Secara Molekuler .....	51
1. Ekstraksi DNA .....	51
2. Pengukuran Konsentrasi dan Kemurnian DNA.....	51
3. Amplikasi DNA .....	52
4. Elektroforesis .....	52
5. Analisis Hasil Sekuensing .....	53
6. Analisa Pohon Filogeni .....	53
<b>IV.HASIL PENELITIAN</b>	
4.1 Hasil .....	54
4.1.1 Hasil Identifikasi Secara Morfologi .....	54
4.1.2 Hasil Identifikasi Secara Molekuler .....	61
4.2 Pembahasan .....	62
4.2.1 Secara Morfologi .....	63
4.2.2 Secara Molekuler .....	73
<b>V. KESIMPULAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	83
5.2 Saran .....	83
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>84</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>91</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>113</b>

## DAFTAR GAMBAR

<i>Gambar</i>	<i>Halaman</i>
Gambar 1. Siklus Hidup Lalat Buah ( <i>Bactrocera spp.</i> ) .....	10
Gambar 2. Morfologi Lalat Buah <i>Bactrocera spp</i> Secara Umum .....	12
Gambar 3. Bagian Caput Lalat Buah .....	13
Gambar 4. Bagian Toraks Lalat Buah .....	14
Gambar 5. Abdomen Jika Dilihat dari Arah Dorsal .....	14
Gambar 6. Bagian Sayap Lalat Buah .....	15
Gambar 7. Bagian-bagian Morfologi Genus <i>Bactrocera spp</i> .....	15
Gambar 8. Bagian-bagian Morfologi Genus <i>Dacus sp.</i> .....	16
Gambar 9. Bagian-bagian Morfologi Genus <i>Anastrepha sp.</i> .....	16
Gambar 10. Bagian-bagian Morfologi Genus <i>Ceratitidis sp</i> .....	17
Gambar 11. Bagian-bagian Morfologi Genus <i>Rhagoletis sp.</i> .....	17
Gambar 12. Beberapa Musuh Alami Lalat Buah .....	20
Gambar 13. Gejala Serangan Lalat Buah <i>Bactrocera spp</i> .....	22
Gambar 14. Imago Betina Lalat Buah Menusukan Ovipositorinya .....	22
Gambar 15. Daerah Gen Mitokondria Penyandi Sitokrom.....	29
Gambar 16 Prinsip Dasar Perbanyakan Fragmen DNA .....	32
Gambar 17 Metode Sequensing Maxam – Gilbert .....	35
Gambar 18. Kladogram yang Menggambarkan Hubungan .....	39
Gambar 19. Diagram Alur Kerangka Pemikiran Penelitian.....	42
Gambar 20. Desain Peletakan Perangkap di Kebun Mangga .....	44
Gambar 21. <i>Steiner Trap</i> .....	48
Gambar 22. Perangkap Steiner ( <i>steiner trap</i> ) .....	49
Gambar 23. Paraferomon (ME, dan CI) dan insektisida .....	49
Gambar 24 Imago <i>Bactrocera papayae</i> .....	69
Gambar 25 Imago <i>Bactrocera carambolae</i> .....	69
Gambar 26 Imago <i>Bactrocera dorsalis</i> .....	70
Gambar 27 Imago <i>Bactrocera cucurbitae</i> .....	70
Gambar 28 Imago <i>Bactrocera albistrigata</i> .....	70
Gambar 29 Imago <i>Bactrocera caudate</i> .....	71
Gambar 30 Hasil Elektroforesis Gel Terhadap 8 Sampel.....	75
Gambar 31 Hasil Elektroforesis Gel Terhadap 1 Sampel.....	75
Gambar 32 Pohon Filogeni Lalat Buah .....	78

## DAFTAR TABEL

<i>Tabel</i>		<i>Halaman</i>
Tabel 1.	Hasil identifikasi dan Kelimpahan Spesies Lalat Buah .....	8
Tabel 2.	Indeks Keragaman Spesies Hasil Penelitian .....	9
Tabel 3.	Ekivalensi Angin .....	19
Tabel 4.	Beberapa Spesies Lalat Buah yang Diteliti.....	40
Tabel 5	Komponen Campuran Ekstraksi DNA .....	45
Tabel 6	Indeks Keragaman Imago Lalat Buah .....	54
Tabel 7	Hasil Identifikasi <i>Bactrocera papayae</i> .....	56
Tabel 8	Hasil Identifikasi <i>Bactrocera carambolae</i> .....	57
Tabel 9	Hasil Identifikasi <i>Bactrocera dorsalis</i> .....	58
Tabel 10	Hasil Identifikasi <i>Bactrocera cucurbitae</i> .....	59
Tabel 11	Hasil Identifikasi <i>Bactrocera albistrigata</i> .....	59
Tabel 12	Hasil Identifikasi <i>Bactrocera caudate</i> .....	60
Tabel 13	Pembacaan Nilai Konsentrasi DNA Template .....	62
Tabel 14	Perbedaan Subgenus <i>Bactrocera</i> dan <i>Zeugodacus</i> .....	71
Tabel 15	Kondisi Suhu dan Waktu Selama Proses PCR.....	74
Tabel 16	Pembacaan Nilai Konsentrasi DNA .....	74

## DAFTAR LAMPIRAN

<i>Lampiran</i>	<i>Halaman</i>
Lampiran 1 Data Iklim pada Saat Pengambilan Sampel .....	91
Lampiran 2 Langkah-langkah Ekstraksi DNA.....	92
Lampiran 3 Langkah-langkah Pengukuran Kkemurnian DNA .....	93
Lampiran 4 Kunci Identifikasi <i>B. papaya</i> sesuai Kunci Identifikasi Drew .....	94
Lampiran 5 Kunci Identifikasi <i>B. carambolae</i> sesuai Kunci Identifikasi Drew	96
Lampiran 6 Kunci Identifikasi <i>B. dorsalis</i> sesuai Kunci Identifikasi Drew.....	99
Lampiran 7 Kunci Identifikasi <i>B. cucurbitae</i> sesuai Kunci Identifikasi Drew.	101
Lampiran 8 Kunci Identifikasi <i>B. albistrigata</i> sesuai Kunci Identifikasi Drew	103
Lampiran 9 Kunci Identifikasi <i>B. caudata</i> sesuai Kunci Identifikasi Drew ....	105
Lampiran 10 Hasil Sequensing DNA Template .....	107
Lampiran 11 Tabel BLAST Sampel <i>B. papayae</i> (B1) .....	110
Lampiran 12 Tabel BLAST Sampel <i>B. carambolae</i> (B2) .....	110
Lampiran 13 Tabel BLAST Sampel <i>B. cucurbitae</i> (B3) .....	110
Lampiran 14 Tabel BLAST Sampel <i>B. albistrigata</i> (B4) .....	111
Lampiran 15 Tabel BLAST Sampel <i>B. caudata</i> (B5) .....	111
Lampiran 16 Tabel BLAST Sampel <i>B. dorsalis</i> (A1) .....	111
Lampiran 17 Tabel BLAST Sampel <i>B. dorsalis</i> (A2) .....	112
Lampiran 18 Tabel BLAST Sampel <i>B. dorsalis</i> (A3) .....	112
Lampiran 19 Tabel BLAST Sampel <i>B. dorsalis</i> (A4) .....	112